

ΤΕΣΣΑΡΑΚΟΝΤΑΕΤΗΡΙΣ

ΘΕΟΦΙΛΟΥ ΒΟΡΕΑ

ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΤΥΠΟΙΣ : "ΠΥΡΣΟΥ", Α. Ε.
1940

Ε.Υ.Δ της Κ.τ.Π
ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2006

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΡΕΥΝΩΝ ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Θ. ΠΕΤΣΙΟΣ

LE RELAZIONI TRA FISICA E MATEMATICA NELLA FILOSOFIA DI ARISTOTELE

di

ANTONIO MAYMONÈ

R. Università di Palermo

I

La recente formazione della fisica nonclassica, in cui rientrano la teoria della Relatività e la teoria dei Quanti, dovrebbe mettere in chiaro rilievo il problema fondamentale delle relazioni tra fisica e matematica, sia in ordine alla fase attuale di coteste scienze, sia in ordine alla critica della conoscenza: cioè tanto storicamente che teoreticamente. In verità lo stesso problema si presentava, nella sua sistemazione critica, a Kant laddove trattavasi di stabilire il valore della scienza della natura; ma doveva porsi anche ai fondatori della fisica moderna, sulla fine del Rinascimento, se si considera che essa veniva costituita anzitutto come meccanica, e cioè come teoria matematica del moto. Quando infine, formatosi il calcolo infinitesimale, si estesero i metodi analitici alla stessa meccanica e alle altre branche della fisica, come la termica e l'ottica, tra i secoli XVIII e XIX, le relazioni tra fisica e matematica diventavano così intime che un maestro della scienza, il Fourier, poteva affermare con entusiasmo essere l'analisi matematica estesa quanto la natura medesima. È un altro maestro, l'Ampère, fondando la teoria analitica dei fenomeni elettrodinamici, asseriva con ferma fede che in ultima istanza una teoria fisica è una formula, un certo sistema di equazioni⁽¹⁾.

Noi abbiamo ricercato ed esaminato altrove le correnti che sul terreno della stessa scienza hanno variamente tentato di

(1) *Fourier*, *Théorie analytique de la chaleur*, Paris 1822, p. 14.
Ampère, *Théorie des phénomènes électrodynamiques uniquement deduite de l'expérience*, Paris 1826, p. 7.

ridurre alla matematica tutta intera la fisica, e abbiamo chiamato matematismo cotale indirizzo⁽¹⁾. Le sue lontane origini vanno trovate certamente in Platone, mentre in Aristotele ne troviamo la critica iniziale e decisiva insieme. Se si riflette che la fisica moderna si innalza sulle rovine della fisica aristotelica, così come mostrarono di averne coscienza i suoi fondatori; se si riflette anzi che la moderna scienza della natura è sorta dalla demolizione della filosofia aristotelica, almeno secondo la tradizione che bene chiamerebbersi modernista; sembrerà forse strana la nostra tesi: doversi ad Aristotele la determinazione del limite che divide la conoscenza matematica dalla conoscenza fisica. Certo sarebbe assurdo, anzi ridicolo accusare Aristotele di non avere conosciuto le teorie scientifiche recenti; mentre rimane un suo titolo d'onore l'aver intraveduto e stabilito il limite tra matematica e fisica valendosi, naturalmente, del materiale scientifico che la sua età consentiva.

II.

Il problema delle relazioni tra fisica e matematica non si deve intendere ristretto alla cosiddetta fisica matematica. Quella che così si chiama di solito, e che deriva dalla meccanica celeste sulla fine del secolo XVIII, e che si vorrebbe ancora distinta dalla fisica senza attributi o col solo attributo di sperimentale, non richiede affatto che fuori del suo dominio siano da escludere contatti e nessi con la matematica. Perchè, di fatto e di diritto, non è mai esistita nè esiste una fisica matematica che, come tale, si varrebbe essa sola della misura e del calcolo. Si è detto, anche di recente, che la fisica è la scienza della misura; orbene, cotesto concetto lo troviamo formulato in Aristotele nettamente⁽²⁾.

La distinzione tra fisica matematica e fisica soltanto è di ordine accademico, amministrativo, didascalico; e, se si vuole, anche storico. Ma essa rivelerebbe un madornale errore se volesse asserire, come sembra in certi autori recenti, una differenza di metodo tra le due scienze. Ci sono ancora, infatti, dei valentuomini che credono sul serio alla esistenza d'un metodo

⁽¹⁾ *Maymone A.*, *Critica dei Concetti dinamici*, Palermo, Edizioni Andò 1982.

⁽²⁾ *Aristotele*, *Phys.*, III, 202 b.

sperimentale affatto diverso dal metodo deduttivo, che sarebbe della matematica e naturalmente della cosiddetta fisica matematica. Essi ritornano, senza neanche volerlo, a una concezione anteriore a Galileo, il cui metodo creava veramente la nuova meccanica, anzi la scienza nuova, con l'eliminazione del deduzionismo e dell'induzionismo, come delle vedute teoretiche che fondavano tali orientamenti metodici tradizionali: il razionalismo e il sensismo.

La fecondità del metodo di Galileo è nei continui mirabili successi della moderna ricerca scientifica, la cui unità è appunto convalidata dalle analisi di Bernard, di Huxley, di Jevons. È questa essenziale unità del metodo scientifico affermò anche Helmholtz, rilevandola sicura nei cultori della fisica matematica, in Gauss, in F. E. Neumann e nei loro scolari tedeschi; nonché in Stok, W. Thomson e Maxwell, che si riallacciano a Faraday. Onde Helmholtz concludeva, in un discorso commemorativo di G. Magnus, nel 1871; «Si è compreso che la fisica matematica è anch'essa una scienza puramente sperimentale, e non è altri principi da seguire, se non quelli della fisica sperimentale».

Sarebbe inutile ricercare in Aristotele il metodo unitario divinato e realizzato da Galileo, ma tuttavia la formazione dei concetti matematici come quella dei concetti fisici obbedisce, secondo Aristotele, alle stesse condizioni. Gli assiomi delle varie scienze, non esclusa la Geometria, sono ricavati induttivamente, e su di essi deve in ultima analisi fondarsi la deduzione⁽¹⁾. Dove è manifesto che nemmeno la conoscenza matematica si differenzia dalla conoscenza fisica, circa il metodo. La concezione deduzionistica della matematica si trova nel razionalismo di Platone, non nel sensismo di Aristotele. Pertanto fisica e matematica si servono, allo stesso titolo, dell'induzione e della deduzione, ed hanno un commune fondamento teoretico: sono anzi incluse insieme nella classe delle scienze teoretiche.

Aristotele riconosce il carattere astratto dei concetti matematici, ma esso è anche affermato dei concetti fisici, non soltanto della Aritmetica e della Geometria; è affermato del concetto in universale, che non sarebbe, infatti, senza l'astrazione. Aristotele

(1) *Aristotele*, Anal. Post. I, 80.

è tuttavia ben lontano dal concludere che i concetti matematici siano affatto irreali, o siano delle comode convenzioni; essi hanno invece attinenza con la realtà della natura, da cui sono astratti. È l'astrazione consiste in una coerente analisi dei diversi elementi della stessa realtà, non nella loro eliminazione arbitraria. Questa riflessione analitica consente l'esattezza delle scienze matematiche. Perciò i cosiddetti enti matematici non esistono, conclude Aristotele, nè come sostanze, nè nelle cose sensibili, nè fuori di esse, ma certamente in relazione ad esse⁽¹⁾.

III.

Questa concezione dell'astrazione concettuale come analisi del concreto conduceva Aristotele oltre la fisica di Democrito ed oltre la fisica di Platone, riconoscendo il valore teorico delle determinazioni matematiche della natura, ma affermando anche il carattere unilaterale, insufficiente. Il concetto fisico della natura non si esaurisce mediante le determinazioni della estensione e del numero, come vorrebbe la teoria della materia secondo Platone e come sembra concludere inoltre la teoria atomistica. Per essa, invero, le differenze esistenti fra gli atomi sono d'ordine matematico, mentre identica rimane la loro natura. Anche il moto, cui ricorre la fisica atomistica, mancando di una causa determinata non ci fa uscire dal dominio della matematica. Certo ancora Aristotele non considerava il movimento, nel senso della teoria atomistica, come una modalità della estensione: ciò che farà Descartes, chiarendo così lo stesso Democrito⁽²⁾.

La fisica aristotelica introduce le categorie che Atomismo e Platonismo avevano cancellato arbitrariamente, mutilando così la natura medesima e la sua umana conoscenza: le categorie di sostanza e di qualità, di tempo e di causalità, onde la natura esiste e si conosce tale veramente, interamente. È infatti il mondo fisico del Platonismo e Atomismo si dimostra, alla critica di Aristotele, come il risultato dell'astrazione concettuale; noi diremmo come una astrazione realizzata. Il matematismo, invero, è una forma di metafisica; e la metafisica, nel senso

(1) *Aristotele*, *Met.* XIII, 1076 b - 1077 b.

(2) *Descartes*, *Princ. Phil.* II, 1 e 10.

che noi diamo al vecchio termine, consiste nella realizzazione delle astrazioni, esattamente.

Secondo Aristotele i fatti e le cose del mondo fisico si intendono solo se vanno riferiti a quelle categorie accennate, le quali mancano invece nel mondo matematico, nel caso insomma degli enti che lo stesso Aristotele definisce matematici. È dunque l'impiego di tali categorie che caratterizza nella sua peculiarità la fisica, distinguendola dalla matematica, pur rimanendo entrambe coteste scienze, insieme con la filosofia, classificate come teoretiche. Naturalmente la categoria della quantità non è esclusa dalla fisica; come si desume dal fatto stesso che Aristotele ricorre alla grandezza, volendo determinare l'oggetto della scienza fisica: il che abbiamo rilevato innanzi. Ma da sola la categoria della quantità non basta a costituire la fisica.

La valutazione delle teorie fisiche anteriori, che si assommano nell'Atomismo e nel Platonismo, viene condotta da Aristotele secondo cotesta veduta critica fondamentale. Qui non è il caso di esaminare la dottrina aristotelica delle categorie, e particolarmente la dottrina della causalità, che nondimeno assume nella fisica aristotelica un ruolo notevolissimo; basti intanto l'aver sottolineato il loro ufficio discriminativo tra fisica e matematica. È non è neanche il caso di stabilire un confronto tra la soluzione aristotelica e quella kantiana del problema in esame. Tale confronto chiarirebbe certamente anche la posizione di Newton di fronte a Descartes e di fronte ad Aristotele.

IV.

Del resto, a intendere bene la fisica di Aristotele occorre caratterizzarla ancora come meccanicismo e come finalismo insieme, se si considera che entrambi discendono, allo stesso titolo, dalla teoria della causalità, posta al centro di tutta la concezione aristotelica della natura. La concordanza del meccanicismo e del finalismo tornerà, del resto, ancora nella storia della filosofia moderna, con Leibniz e con Kant, altrimenti derivata nei loro sistemi. La fisica aristotelica si lascia caratterizzare ancora come evolucionismo e come dinamismo, se si tiene conto che anime e divinità sono inserite nel mondo come forze motrici; e che il movimento, nella sua nota accezione aristotelica di cambiamento, obbedisce a un ritmo di ordine dinamico.

Entro tali linee fondamentali del sistema vanno chiarite le relazioni teoretiche tra matematica e fisica.

Anzi, a nostro avviso, la considerazione del sistema aristotelico è connessa alla distinzione tra fisica e matematica, che non à soltanto un valore teoretico, ma bensì un valore anche metafisico. Si direbbe anzi che le due scienze sono subordinate, in ultima analisi, alla intera concezione metafisica di Aristotele. Da essa infine deriva la critica delle teorie matematizzanti della natura.

V.

Ma il problema delle relazioni tra fisica e matematica andrebbe esaminato ancora del punto di vista della logica in particolare, sebbene logica e metafisica, ordine razionale e ordine ontologico coincidano, come è noto, nel realismo aristotelico. Il problema, assume un nuovo interesse se si riflette che sia la matematica sia la fisica fondano i loro concetti e i loro metodi sulla logica: s'intende sulla logica aristotelica, trattandosi almeno di Aristotele.

Potrebbe infine ricercarsi se le teorie della fisica nonclassica siano costruite sulle basi della logica classica, cioè aristotelica, o almeno su d'una sua corretta estensione; ovvero siano affatto estranee ad essa, come alcuni credono. Sarebbe da vedere, insomma, se le recenti sistemazioni della meccanica della Relatività (Whitehead, Reichenbach, Carnap) e della meccanica dei Quanti (Weyl, J. V. Neumann, J. L. Destouches) condotte secondo i canoni della assiomatica, si discostano dalle forme tradizionali dell'analitica aristotelica. Già lo stesso Hilbert, che dell'assiomatica è il massimo teorizzatore, benchè accetti in sostanza il sistema logistico di Russell e Whitehead, fa tuttavia delle essenziali concessioni ad Aristotele.

Senza dubbio i nessi tra matematica e logica, classica o nonclassica, andrebbero riesaminati anche al fine di determinare le relazioni tra fisica e matematica, così come sono da intendere nella loro fase attuale. Risulta evidente, in tutti i casi, che la soluzione di Aristotele non solo condanna il matematismo, ma anche il logicismo, se s'intende con tale vocabolo il tentativo di identificare la stessa matematica con la logica: come richiedono alcuni noti indirizzi della cosiddetta logistica. Il che non deve sembrare strano, anche se si ammette che in Aristotele

campo logico e campo ontologico coincidono, e le categorie del pensiero sono, insomma, le stesse categorie della realtà.

VI.

L'aver riconosciuto e definito, contro le correnti matematizzanti della sua età, il limite invalicabile della conoscenza matematica di fronte alla conoscenza fisica, è a mio credere uno dei meriti duraturi di Aristotele. Ma la soluzione del problema richiedeva ancora ben altro che la determinazione critica d'un limite; esso richiedeva un concetto che, trascendendo il limite medesimo, costituisse l'unità della conoscenza scientifica della natura intera, attraverso la necessaria distinzione di ciò che è matematico e di ciò che è fisico. Questa unitaria connessione Aristotele intravede mirabilmente, oltre i risultati della analisi astrattiva, nel superiore principio dell'analogia. Gli enti della matematica, nella loro irriducibile diversità di essenza, possono corrispondere alle cose della natura (¹).

È forse non senza un altissimo motivo l'ultimo capitolo dell'ultimo libro della *Metafisica* si chiude con l'affermazione del valore di questo principio di analogia, come quello che finalmente rende possibile la soluzione dell'arduo problema dei nessi tra fisica e matematica. Così il genio sovrano, in cui si riflette intera la luce del miracolo ellenico, scopriva quel principio che secoli dopo sarà riaffermato da uno dei sommi maestri della moderna scienza Maxwell.

VII.

Risalendo l'evoluzione storica della fisica moderna fino ai suoi inizi, e cioè fino al Rinascimento, non è difficile rintracciare la tradizione aristotelica circa il carattere distintivo tra fisica e matematica. Essa fu ancora viva, anzi, tra i secoli XVI e XVII, facendosi valere contro le tendenze matematizzanti non mai tramontate. È notevole il fatto che Galileo e la sua scuola si schierarono dal lato di Aristotele nonostante la loro attitudine ostile verso l'aristotelismo e la critica feconda delle teorie della meccanica e della fisica aristoteliche (²). Questa sostanziale

(¹) *Aristotele*, *Met.* XIV, 1093 ab.

(²) *Galilei*, *Opere*, ed. naz. IV. 696 e ss., *Bruno*, *Opere italiane*, Bari 1925, I, 112.

adesione di Galileo ad Aristotele, non messa ancora in rilievo, si chiarisce bene ove si consideri la distanza che divide Galileo da Descartes.

Di fronte alle discussioni che allora correavano circa il nesso tra fisica e matematica, come documenta il Bruno, e di fronte alla tradizione aristotelica accolta dallo stesso Galileo, anche attraverso i nuovi orientamenti della scienza della natura, anche attraverso l'adozione dei metodi matematici, divenuti essenziali alla meccanica nuova, Descartes non esita a far sua dommaticamente la concezione del Platonismo; e identifica la materia con l'estensione, e riduce così la fisica alla meccanica, e la meccanica alla geometria. Del resto la novità rivoluzionaria di Descartes era contenuta nel *Timeo* di Platone, citato dallo stesso Aristotele (1). È la definizione del corpo, dataci da Descartes, la ritroviamo ancora esattamente in Sesto Empirico, che l'attribuiva ai Geometri (2).

Così Descartes donava ai moderni quel dualismo tra quantità e qualità, che à pesato funestamente sulla scienza e sulla filosofia, come un donna imbattibile, e che conferisce ancora credito al dommatismo razionalista, matematico, o nonmatematico. È strano infine che, restando in Francia, nessuno abbia veduto come la cosiddetta rivoluzione del Bergson consiste nell'inversione del dualismo cartesiano di quantità e qualità: cioè nell'avere fatto coincidere il cosiddetto reale con la qualità, invece che con la quantità. Donde necessariamente la svalutazione della matematica, e della fisica, e insomma di tutta la scienza, e la condanna dell'intelletto che la fabbrica a fine utilitario; donde, ancora, la riabilitazione dell'intuizione mistica, che afferra il reale mondo della qualità. In vero Bergson non esce dal dualismo cartesiano. Il bergsonismo si rivela, anzi, come nient'altro che lo stesso cartesianesimo rovesciato. È anche per questo comprendiamo meglio la grandezza di Aristotele.

(1) *Aristotele*, Phys. IV. 209 b.

(2) *Sesto Empirico*, Adv. Dogm. 111, 367; 111, 83.